

Espectro de la nebulosa Anular de la Lira M57 captado el 15-10-2012 (de 19h46´a 20h00´TU) con SC 8´´ a f/6.3, cámara QSI y red de difracción Star Analyser 100. Tratamiento del espectro con Visual Spec.

En los espectros de las nebulosas planetarias predominan las líneas de emisión, como en los gases, al contrario que en los de estrellas, que presentan un espectro continuo. En gases de densidades extremadamente bajas los electrones pueden poblar niveles de energía metaestables excitados, que en gases de densidades más elevadas se desexcitarían rápidamente debido a las colisiones existentes entre átomos. Las transiciones de los electrones desde estos niveles a otros de menor energía en los átomos de oxígeno y nitrógeno ionizado, como O^{2+} , O^+ o N^+ , producen la emisión de las líneas, incluida la correspondiente a 500,7 nanómetros. Estas líneas espectrales reciben el nombre de líneas prohibidas, y solamente aparecen en gases de muy baja densidad, por lo que se deduce que las nebulosas planetarias están formadas de gas altamente enrarecido (baja densidad).

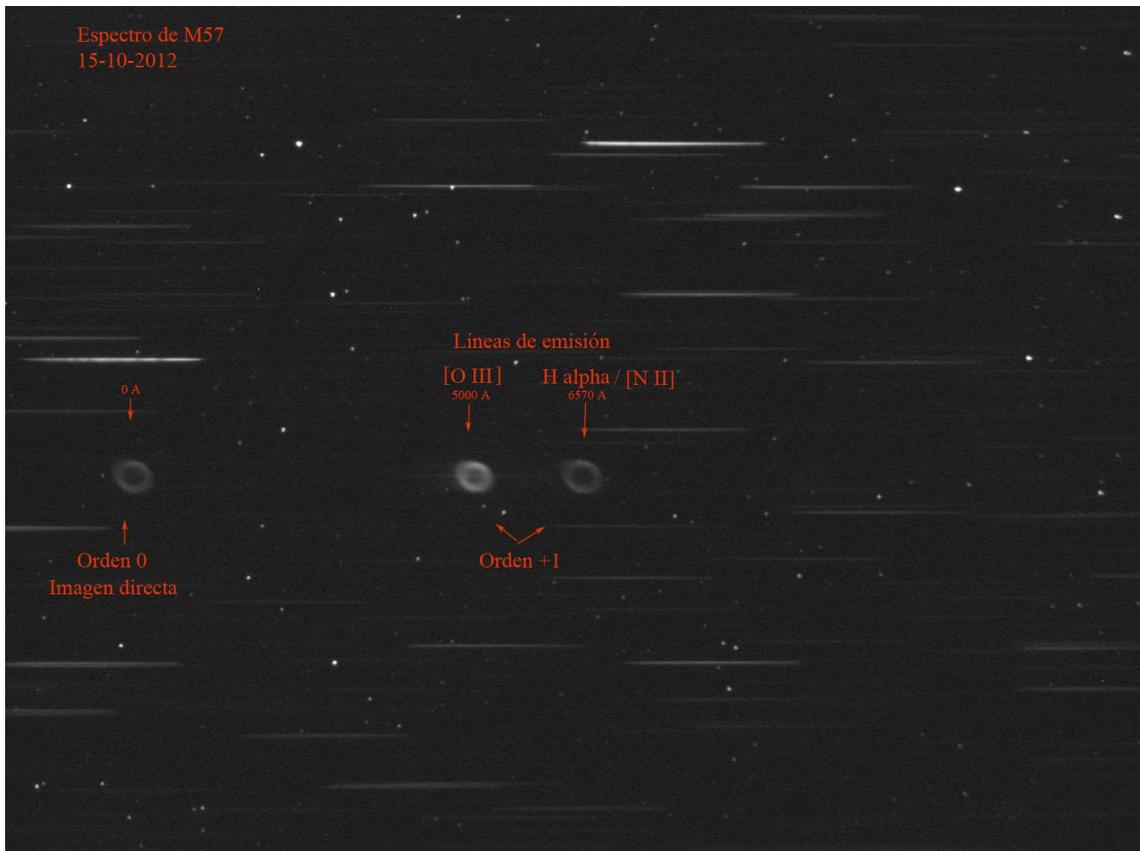
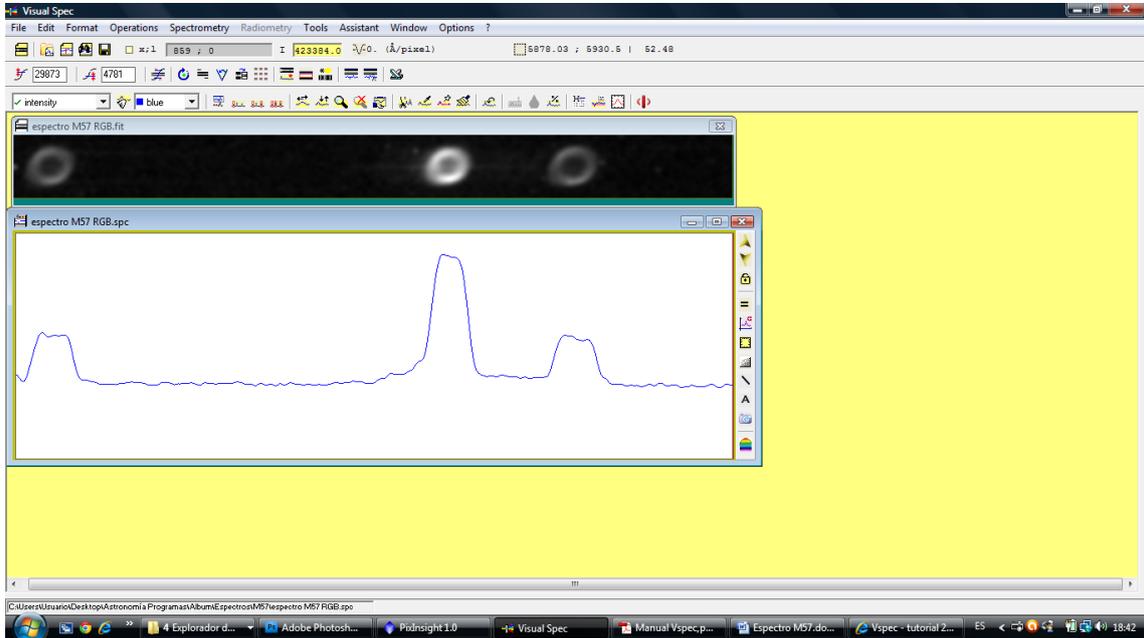


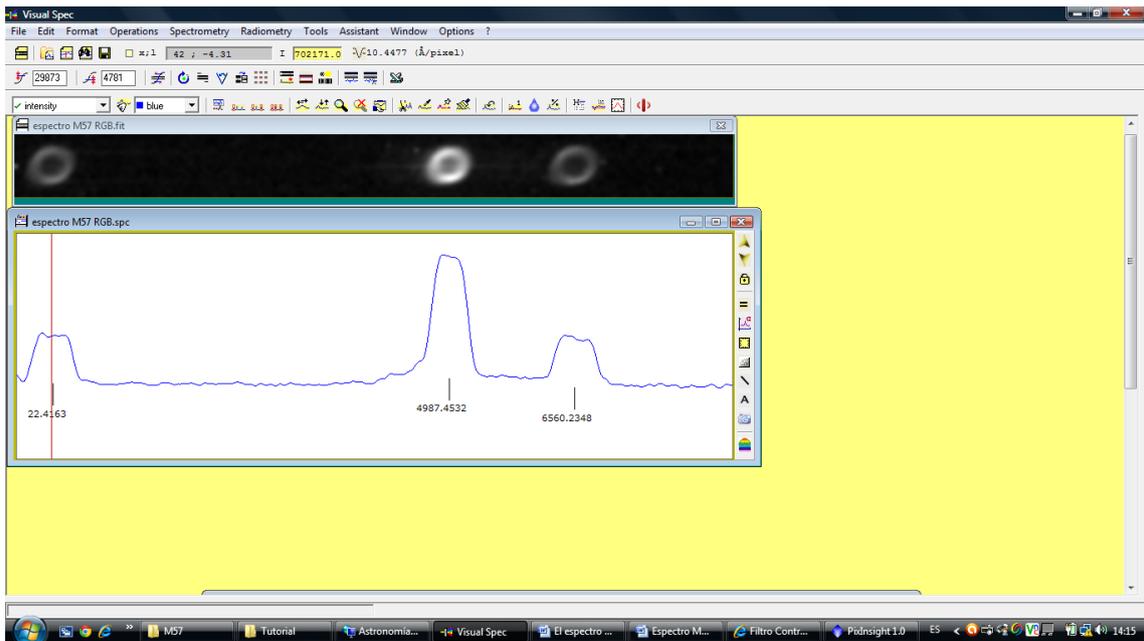


Imagen del orden 0 (extremo izda.) y el orden +1.

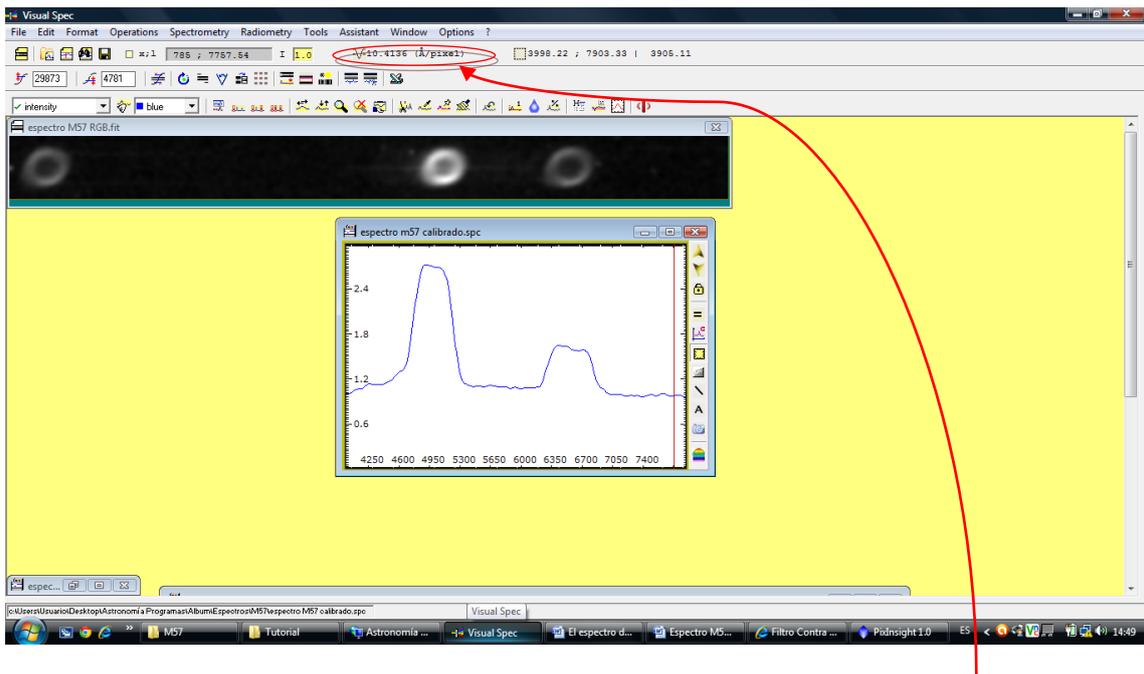


Arriba perfil de intensidad sin calibrar.

Perfil de intensidad calibrado con las líneas de emisión del [O III] y del H-alfa. A la izquierda el orden 0 (longitud de onda del baricentro de la línea 22 (el 0 está en esa misma línea). Para la del [O III] tomo la media de las dos líneas que deberían aparecer (a 4959 y a 5007) porque ahí no aparecen resultas:

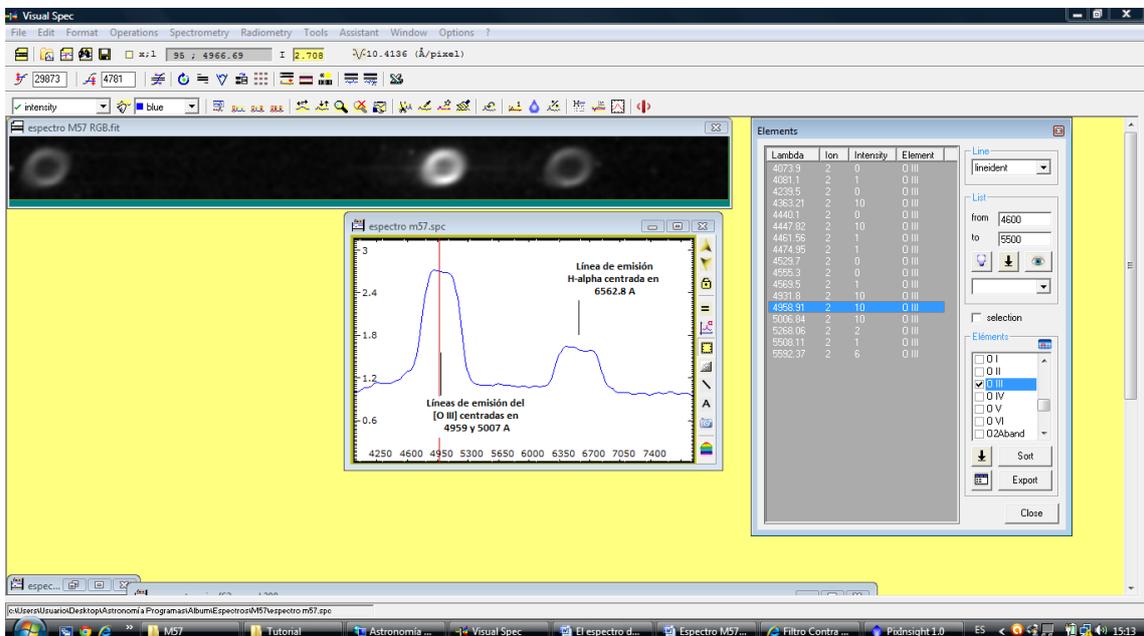


Perfil recortado a las longitudes de onda a las que es sensible la cámara:

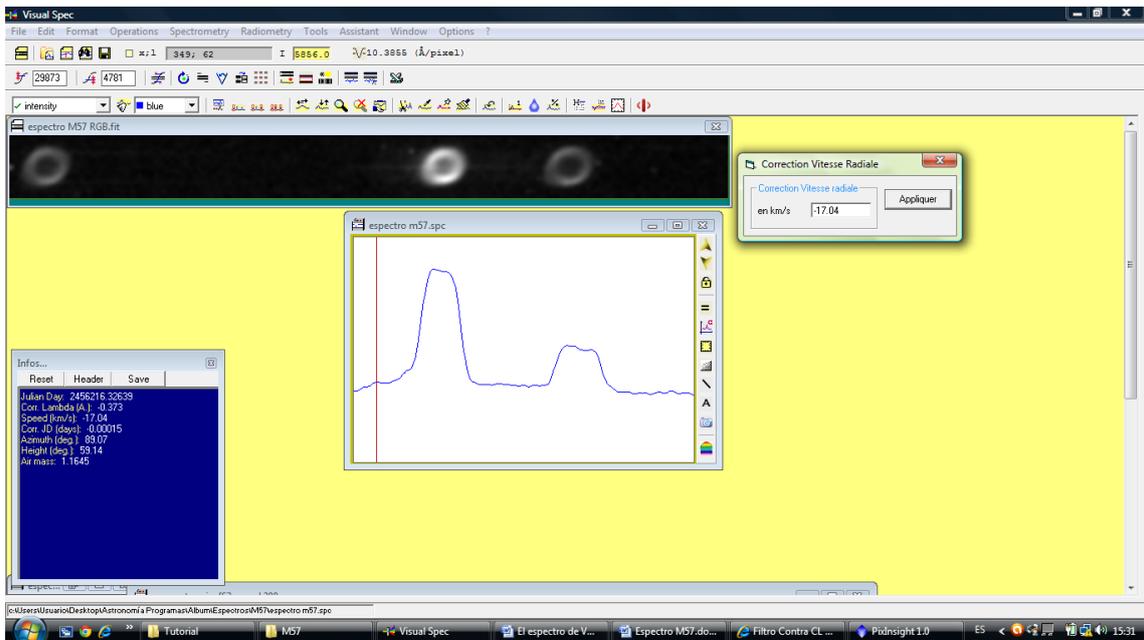
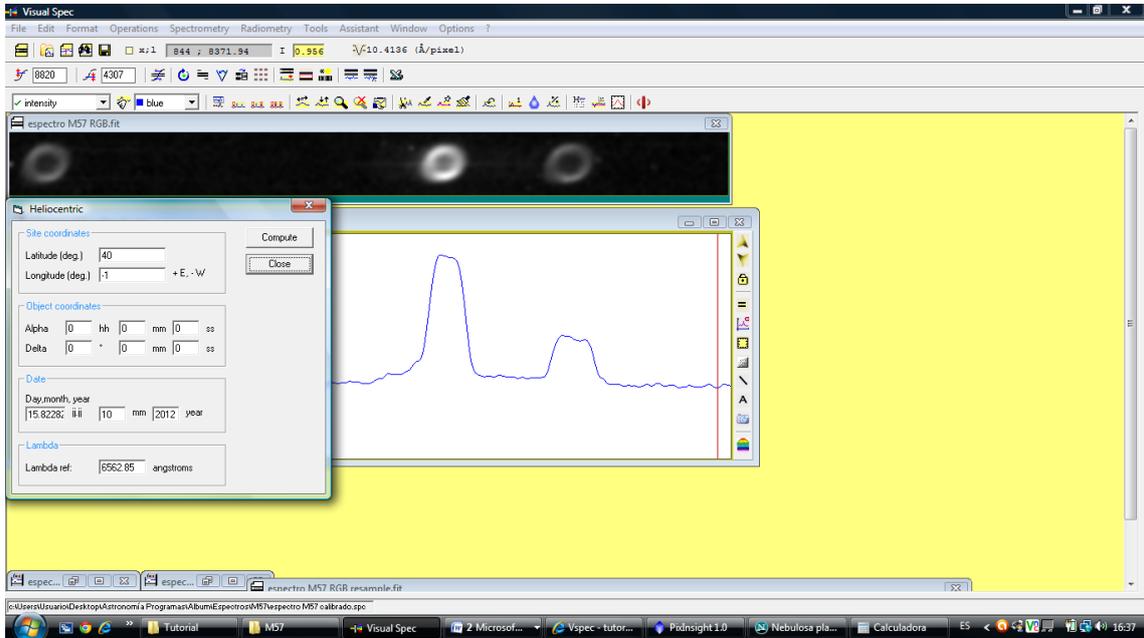


En principio está bien porque da la misma resolución que en el espectro de Vega.

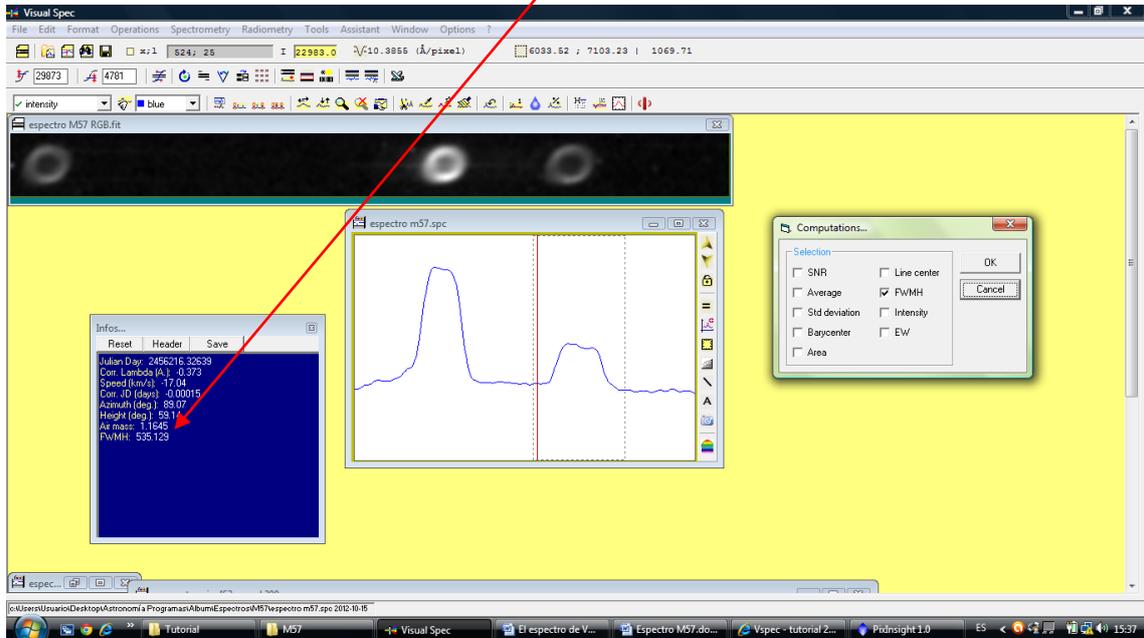
Líneas de emisión del espectro:



Hay que corregirlo de la velocidad heliocéntrica de la Tierra en torno al Sol antes de poder medir el efecto Doppler. Para ello necesitamos las coordenadas del observatorio, las coordenadas del objeto y el momento de la observación:



Para medir el efecto Doppler es necesario calcular el FWHM (anchura del flujo a media altura) de alguna de las líneas de emisión (en este caso de la H-alfa a 6562.8 Å):



Aquí el efecto Doppler está producido por la velocidad de expansión del gas de la nebulosa planetaria. Se puede medir mediante la siguiente fórmula:

Velocidad = (Anchura de la línea / Longitud de onda) * Velocidad de la luz

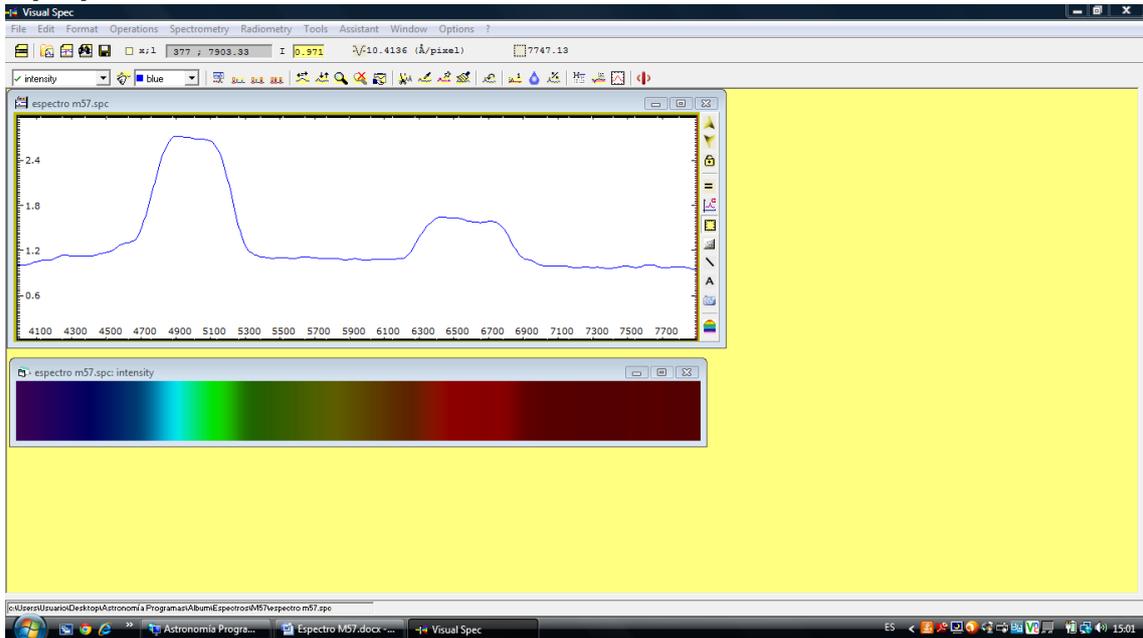
$$v = (\Delta\lambda / \lambda) * c \longrightarrow v = (535,129 \text{ \AA} / 6562,8 \text{ \AA}) * 300.000 \text{ km/s} = 24.461,92 \text{ km/s}$$

Este resultado es totalmente erróneo, ya que debería estar en torno a 25 km/s.

El motivo es que la anchura de la línea que estamos midiendo es muy grande (unas mil veces más de lo que debería), es decir, que aunque el H-alfa está centrado en esa línea realmente no la estamos resolviendo. Pero ésta es la manera de calcularlo.

El problema es que se trata de un objeto extenso y el espectro de cada punto de la nebulosa se superpone (aunque ligeramente desplazado) al del punto adyacente y ello impide resolver adecuadamente las líneas. Por eso la línea del H-alfa (y cualquier otra) tiene forma de "donuts" y no de la típica línea brillante de emisión.

Por último construimos el espectro sintético de M57 a partir del perfil de intensidad. Ahí podemos ver claramente que la emisión es en el verde-azulado del [O III] y el rojo del H-alfa y el [N II]:



***Conclusiones:**

- Aunque no podemos medir la velocidad de expansión del gas de la nebulosa debido a tratarse de un objeto demasiado extenso (si que lo podríamos hacer con una planetaria más pequeña o con una nova) hemos visto que la red de difracción SA100 nos ha permitido detectar la emisión en H-alfa, [N II] y [O III] del objeto M57.
- También comprobamos que los filtros H-alfa y O III son los más adecuados para la observación de las nebulosas planetarias.

José A. Ortiz

